

# 油气运移方向探讨 ——以南堡凹陷 1 号构造带为例

田 涛 蒋有录 万 涛 徐小龙 谢 君

(1. 中国石油大学地球资源与信息学院, 山东 青岛 266555;)

**摘要:**利用原油中含氮化合物的组成和绝对浓度的变化并结合烃类生物标志化合物指标的研究,探讨了南堡凹陷 1 号构造带油气的运移特征。结果表明,原油中含氮化合物的分布和组成特征较好地指示了该区的油气运移效应。随着运移作用的加强,含氮化合物绝对浓度下降,“屏蔽”型与“暴露”型化合物的比值增加,油气沿着 1 号断层外侧的砂体,向构造的高部位运移。这与烃类生物标志化合物的成熟度参数变化所揭示的油气运移方向相一致,也与该区油气分布和勘探实践吻合较好。但两个参数间又存在区别,用生物标志化合物的组成和分布来指示油气运移分馏作用时,由于分馏作用较弱,各井间的数值变化较小。而含氮化合物的分馏作用较强,各参数随着运移距离的增加发生显著变化,且受成熟度的影响较小,更有利于油气运移方向的判别。

**关键词:**含氮化合物;生物标志化合物;油气运移;分馏效应

**中图分类号:** P618.130.1      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2011)06-1485-08

油气运移是油气成藏过程中不可缺少的要素,是油气由烃源岩运移至储集层的纽带。若圈闭处于油气的优势运移路径上,那么这个圈闭往往较为有利,形成油气藏的概率较大,反之一个较大的圈闭可能没有油气的聚集<sup>[1]</sup>。因而准确地确定油气的优势运移路径,对于油气勘探工作具有重要的指导作用。前人主要采用盆地模拟技术,恢复古构造形态,通过对古构造脊的分析来确定油气运移的方向。但是,还没有地化数据的支持。本文主要采用含氮化合物与生物标志化合物相结合的方法对南堡凹陷 1 号构造带进行油气运移方向的研究,二者一致性较好,取得了很好的效果。

## 1 区域概况

南堡凹陷位于渤海湾盆地黄骅拗陷北部,是一个在华北地台基底上,经中、新生代构造运动发育起来的、具有北断南超结构的单断箕状凹陷。凹陷东北部以柏各庄控盆断层为界,与柏各庄凸起、马头营凸

起相邻;西北部以西南庄控盆断层为界,紧邻王老庄、西南庄凸起;南部地层较缓,与沙垒田凸起呈超覆关系(图 1)。凹陷内主要发育林雀、拾场、柳南、曹妃甸 4 个次级洼陷以及 1 号、2 号、老爷庙、高尚堡和柳赞等 9 个正向构造单元<sup>[2]</sup>。

南堡 1 号构造位于南堡凹陷西南部斜坡带,为一个发育在古生界奥陶系基底之上的潜山披覆断背斜构造。古近—新近系为披覆在前古近—新近系潜山地层之上并受南堡断层控制的断背斜构造。平面上 1 号构造带为“入”字形断裂组合,剖面上为 X 形,其中存在多条较大的断层切过新近系地层并一直深入烃源岩的内部,从而很好的将烃源岩与储集体联系起来,对油气的运移和聚集具有重要的意义。

## 2 利用含氮化合物进行油气运移方向的判定

### 2.1 基本原理

应用于油气运移的有机含氮化合物主要有吡咯

收稿日期:2011-03-05;改回日期:2011-07-08

基金项目:国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”(2008ZX05050)资助。

作者简介:田涛,男,1984 年生,硕士生,主要从事油气成藏机理与分布规律方面的研究;E-mail:tiantao276200258@163.com。

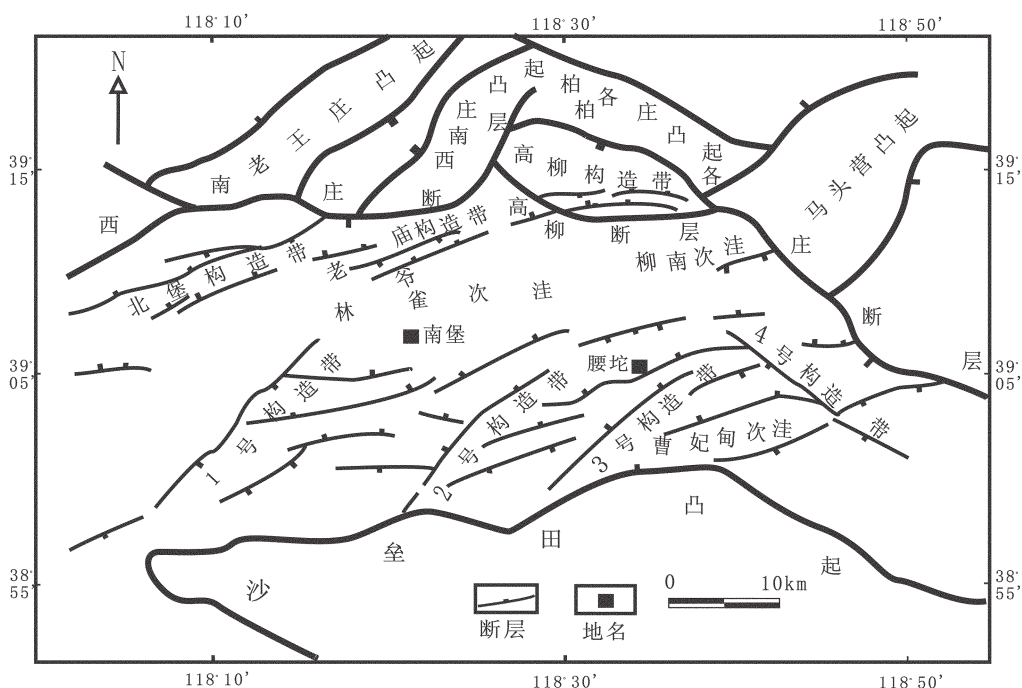


图1 南堡凹陷新生代断裂格架及二级构造单元分布图

Fig.1 Framework of Cenozoic faults and secondary boundary units in Nanpu depression

型和吡啶型 2 个系列。吡咯是含有一个氮的五元环化合物，吡咯型化合物指缩聚的吡咯（或吡咯苯并物）及其衍生物，如咪唑、苯并咪唑和二苯并咪唑。因吡咯和咪唑在原油中的含量极低很容易变性<sup>[3]</sup>，通常不包括在研究之列。根据咪唑类及其衍生物苯并咪唑上烷基取代位置的不同可以将其分为 3 个类型：屏蔽型、部分屏蔽型和裸露型。C-1 和 C-8 位都被烷基取代（如 1,8-二甲基咪唑）称为屏蔽型异构体，C-1 或 C-8 位仅有一个烷基取代者（如 1-甲基咪唑）属半屏蔽型，C-1 和 C-8 位均无烷基取代者（如 2,7-二甲基咪唑）为暴露型。

有机含氮化合物应用于油气运移评价的基本原理是：在地质条件下，吡咯类化合物具有较强的极性，通过吡咯类杂环上 N-H 原子，易与地层中的有机质或粘土矿物上的负电性原子（如氧）形成氢键<sup>[4]</sup>，从而使部分吡咯类化合物被地层吸附。因此，随着油气运移距离的增长，原油中吡咯类的绝对丰度会降低<sup>[5-8]</sup>。吡咯类中性氮化合物作为一种示踪剂，可以应用于石油运移研究，是因为这种化合物在油气运移过程中主要受运移距离的影响。一般情况下，随原油运移距离的增加，含氮化合物受地层吸附、单体分子结构和分子质量等多种因素影响而发生分馏效应。一般

随油气运移距离的增加，其运移分馏效应主要表现为：(1) 由于地层的吸附作用，含氮化合物总量降低；(2) 由于分子活性的差异，屏蔽化程度高的异构体比屏蔽化程度低的异构体相对富集<sup>[9-12]</sup>；(3) 同系列中高分子质量比低分子质量的化合物相对富集<sup>[13]</sup>，如二甲基咪唑、甲基咪唑和咪唑相对富集程度依次降低；(4) 由于苯并咪唑位阻效应强，咪唑系列相对苯并咪唑、二苯并咪唑系列富集；(5) 由于苯并[a]咪唑线性分子比苯并[c]咪唑半球状分子更易吸附，造成咪唑[c]比苯并[a]咪唑富集。

## 2.2 油源分析

利用含氮化合物的方法进行油气运移方向研究的前提条件是所研究的油气来自于同一油源，因此油源分析工作尤为重要。

1 号构造带及其北部林雀次洼主要发育沙三段、沙一段和东三段三套烃源岩。各烃源岩具有以下特点：沙三段烃源岩的伽马蜡烷/C30 藿烷 > 0.18，C27 规则甾烷/C29 规则甾烷值 > 1，孕甾烷 + 升孕甾烷含量/C29 规则甾烷值 > 0.4；沙一段烃源的伽马蜡烷/C30 藿烷 > 0.15，C27 规则甾烷/C29 规则甾烷值介于 0.6~0.9，孕甾烷 + 升孕甾烷含量/C29 规则甾烷值 > 0.3；东三段烃源岩的伽马蜡烷/C30 藿烷 < 0.1，

C27 规则甾烷/C29 规则甾烷值<0.6, 孕甾烷+升孕甾烷含量/C29 规则甾烷值< 0.12(表 1)。

原油样品的地化分析表明 1 号构造带的伽马蜡烷/C30 藿烷值为 0.18~0.30, 主要集中于 0.25 附近; C27 规则甾烷/C29 规则甾烷值介于 0.88~1.19, 主要集中于 1.03 附近;(孕甾烷+升孕甾烷)/C29 规则甾烷值介于 0.28~0.39, 主要集中于 0.33 附近。通过对 C27、C28、C29 规则甾烷三角图(图 2)与伽马蜡烷和孕甾烷+升孕甾烷相对含量图(图 3)的综合分析, 笔者认为 1 号构造带浅部的原油应为沙三段与沙一段混合供烃。

### 2.3 结果分析

笔者共选择 5 个参数来研究来源的原油运移方向, 它们分别为: 咪唑类化合物总量、1,8-二甲基咪唑/2,7-二甲基咪唑、1,8-二甲基咪唑/2,4-二甲基咪唑、苯并咪唑[c]/苯并咪唑[a]、3-甲基咪唑/2-甲基咪唑(表 2)。随着运移距离的增加, 1,8-二甲基咪唑/2,7-二甲基咪唑、1,8-二甲基咪唑/2,4-二甲基咪唑和苯并咪唑[c]/苯并咪唑[a]表现出增加的趋势, 而咪唑类含氮化合物总量、3-甲基咪唑/2-甲基咪唑表现出减少的趋势。

选取咪唑类含氮化合物总量、1,8-二甲基咪唑/

表 1 烃源岩、原油地球化学特征指标

Table 1 Geochemical characteristic index table of source rocks and oil

烃源岩/ 原油	类别	样品埋深/m	伽马蜡烷 /C30 藿烷	C27 规则甾 烷/C29 规则 甾烷	(孕甾烷+升 孕甾烷)/C29 规则甾烷	Pr/Ph	主峰碳	Ts/(Ts+Tm)	C29 甾烷 $\beta/\beta/(\alpha+\beta)$
滩海地区 沙三段	I	4254.1	0.15~0.36 (0.27)	1.08~1.27 (1.16)	0.38~0.67 (0.52)	1.46~1.77 (1.63)	C15、C17	0.43~0.58 (0.49)	0.42~0.54 (0.49)
滩海地区 沙一段	II	4614.8	0.18~0.32 (0.24)	0.76~0.91 (0.80)	0.32~0.62 (0.47)	1.63~2.55 (2.18)	C17、C21	0.40~0.55 (0.47)	0.32~0.54 (0.39)
滩海地区 东三段	III	3949.7	0.07~0.10 (0.09)	0.49~0.57 (0.54)	0.02~0.11 (0.08)	1.97~3.67 (2.73)	C17、C23、 C27	0.21~0.49 (0.33)	0.26~0.39 (0.33)
原油	Ed、Ng	2300~2600	0.18~0.28 (0.25)	0.88~1.19 (1.03)	0.31~0.45 (0.33)	1.22~1.82 (1.39)	C15、C17、 C21	0.43~0.56 (0.53)	0.40~0.46 (0.42)

表 2 1 号构造带原油含氮化合物特征指标

Table 2 Characteristics of nitrogen compound indexes in 1st tectonic belt

井号	层位	深度/m	咪唑类化合物 总量/( $\mu$ g/g)	1,8-/2,7-二甲 基咪唑	1,8-/2,4-二甲 基咪唑	苯并咪唑 [c]/[a]	3-/2- 甲 基咪唑
NP101X2	Ed1 I	2347.90	13.03	2.45	2.08	0.56	1.23
NP109	NgIV	2571.2	8.00	3.24	2.17	0.62	1.14
NP11-B45-X503	Ed1 II	2526.64	20.47	1.93	2.79	0.54	1.09
NP11-X228	Ed1	2558.00	8.05	1.86	2.32	0.65	0.96
NP1-29X93	NgIV	2674.00	9.34	2.69	2.00	0.81	1.06
NP12-X60	Ng	2300.00	7.08	1.53	1.21	0.61	0.75
NP1-3	Ed1 II	2560.02	13.76	1.95	2.00	0.63	1.12
NP13-X1022	Ed1 II	3157.00	21.65	2.24	1.70	0.57	0.74
NP13-X1028	Ed1 II	3400.20	17.12	2.20	1.77	0.56	0.75
NP13-X1074	Ed1 II	2664.00	37.08	1.95	1.90	0.59	1.11
NP13-X1116	Ed1 II	2610.00	27.87	1.96	2.60	0.54	1.03
NP13-X1118	Ed1 I	2480.00	41.58	1.76	2.09	0.56	1.08
NP13-X1178	Ed1 II	2620.00	8.82	2.56	2.00	0.70	0.89

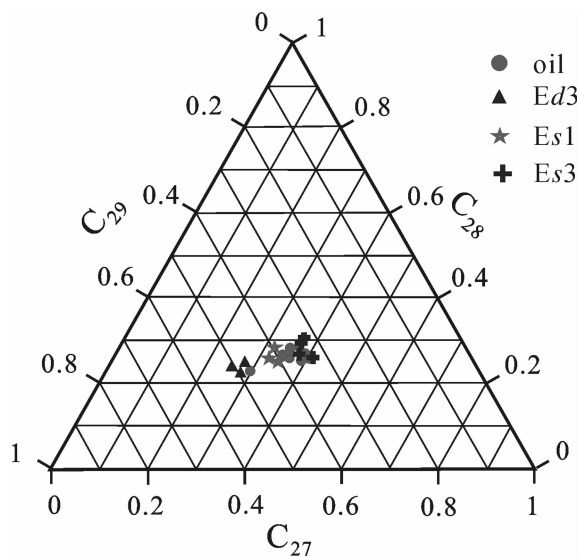


图2 c27,c28,c29 规则甾烷三角图  
Fig.2 Axonometric projection of C27, C28, C29

2,7-二甲基咪唑两个参数并进行相应的变换(20/咪唑类含氮化合物的总量,1,8-二甲基咪唑/2,7-二甲

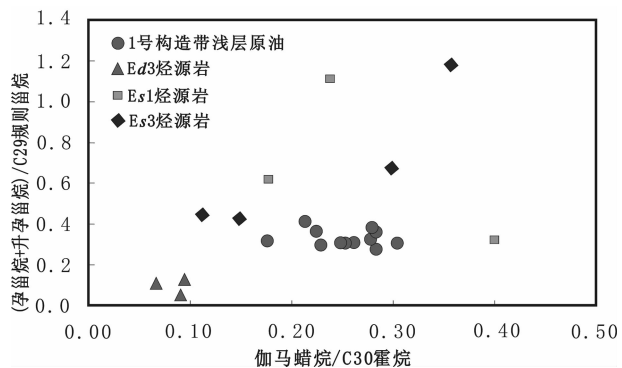


图3 原油与烃源岩的生物标志物参数分布特征对比图  
Fig.3 Biomarker distribution characteristics of oil and source rocks

基咪唑,2 苯并咪唑[c]/苯并咪唑[a]),然后绘制原油含氮化合物的油气运移分馏效应平面图(图4)。

NP11-B45-X503 井、NP101X2 井、NP12-X60 井、NP109 井的各指标(图4)均呈现出依次增大的趋势,表明油气是从洼陷中心沿1号断层外侧的砂

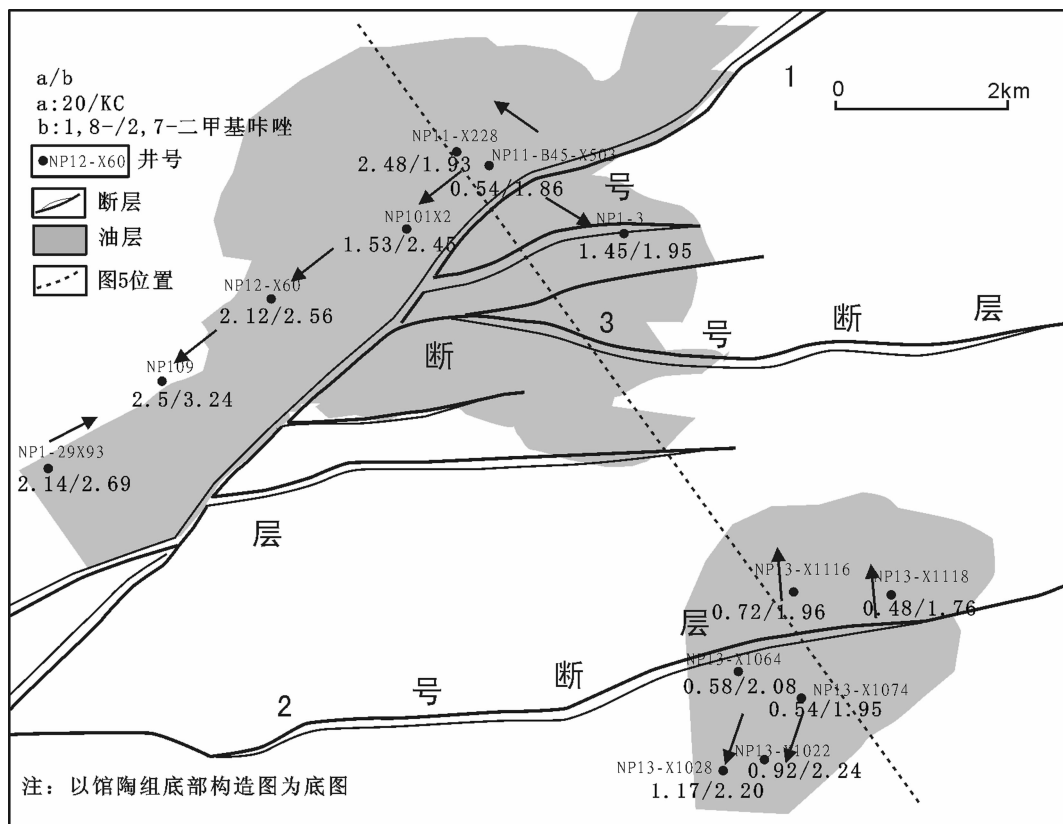


图4 南堡凹陷1号构造带原油含氮化合物的油气运移分馏效应平面图  
Fig.4 Distribution of migration fractionation effect in 1st tectonic belt

定向注陷的外部高部位运移的。NP11-X288 井的各项指标较 NP11-B45-X503 井也呈现出增大的趋势,表明一部分油气通过 1 号断层的垂向沟通由深部的烃源岩运移至浅层,到达储集层后向断层的两侧运移。

2 号断层(图 4)东部的 NP13-X1074 井、NP13-X1022 井的含氮化合物总量、1,8-二甲基咪唑/2,7-二甲基咪唑值递增趋势较为明显,表明了原油是从北向南充注的。断层以北的 NP13X1118 井相对于 NP13-X1116 井的氮化合物总量、1,8-二甲基咪唑/2,7-二甲基咪唑值也呈现出减小的趋势,因此油气是由 NP13X1118 井向 NP13-X1116 井方向运移,即油气向断层的两侧运移。剖面上,2 号断层切过古近一新近系的所有层位一直伸入基底(图 5),因而沙一段和沙段烃源岩生成的油气沿着断层不断向浅部运移,此时在断层的作用下油气以垂向运移为主、砂体的侧向运移为辅,当到达浅部砂体较为发育且盖层条件较好的层位时,油气便以侧向运移为主。一部分油气由北向南运移,另一部分由南向北运移,即油气由 2 号断层出发不断向断层两侧运移。同样,3 号断层与 1 号断层处也发生着类似的过程。

### 3 运用生物标志化合物进行油气运移方向的判定

#### 3.1 基本原理

烃源岩在地质历史上可以发生多次生排烃过程,在油气运聚过程中,其成分会呈现出不同的变化规律。一般来说,早期生成的原油由于烃源岩演化程度较低,其生成的原油的成熟度较低;晚期生成的原油由于其烃源岩具有较高的演化程度因而其生成的原油具有较高成熟度。而且不同成熟度原油之间的混合速度是很慢的,这种原生的差异性一般可以保留至今<sup>[4]</sup>。因此,在原油运移过程中原油的化学成分会呈现出规律性变化,即在原油的运移路径上表现为沿运移方向其成熟度不断减小的规律<sup>[5]</sup>。从而,应用原油成熟度的平面分布特征,可以进行原油运移方向等的研究。

当成熟度较高时,常用的甾萜烷生物标志化合物异构化指标已不能作为研究成熟度的指标,因为这些指标在生油门槛和生油主峰期以前已达到平衡值。另外,由于生物降解等作用对由生物标志化合物表征的原油成熟度影响也较大<sup>[6]</sup>,所以选择用来确

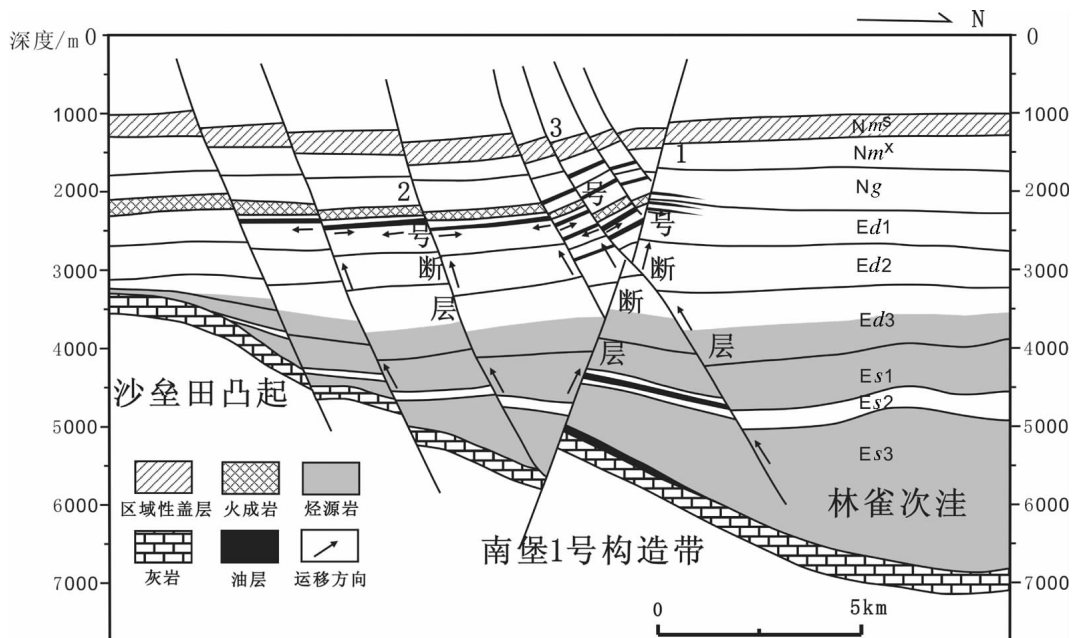
定油气运移方向的生物标志物必须适用于较宽的成熟度范围并具有很强的抗生物降解能力,如三环萜烷/17 $\alpha$ (H)-藿烷、Ts/Ts+Tm、重排甾烷/规则甾烷等。同时,油气在沿输导体系运移的过程中,流体与围岩会发生吸附作用,所以沿运移通道烃类流体的损失量与流体分子的吸附能力有关。由于烃类分子的吸附能力主要由其极性决定,极性较大的烃分子易被吸附,而极性较小的烃类分子则更易流动,因此形成了液态烃分子与围岩之间的分馏效应,使烷烃含量、 $nC_{21}-/nC_{21}+$ 值沿运移路径增大,而正构烷烃主峰碳数、烷烃碳同位素  $\delta^{13}C$  值、甾烷  $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  等沿运移路径值降低<sup>[6]</sup>。根据上述原则,选用生物标志化合物 Ts/Ts+Tm 和  $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  等作为运移指标比较适合该区。

#### 3.2 结果分析

与含氮化合物所指示的油气运移方向相似,生物化合物指标 Ts/Ts+Tm、 $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  在 NP11-B45-X503 井、NP101X2 井、NP12-X60 井、NP109 井上呈现出依次递减的规律,也就是说油气沿 1 号断层外侧的砂体向注陷的高部位运移。Np12-x79 井相对于 Np109 井的 Ts/Ts+Tm、 $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  呈现出减小的趋势,说明油气由 Np12-x79 井向 Np109 井方向进行运移。同样, NP11-B45-X503 井相对于 NP11-X288 井的 Ts/Ts+Tm、 $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  也呈现出减小的趋势,表明了油气是从 NP11-B45-X503 井向 NP11-X288 井方向运移,即油气垂直于 1 号断层向断层外侧运移。因此,一部分油气沿着 1 号断层外侧的砂体平行断层走向运移,而另一部分油气垂直于断层向断层的外侧运移。在 2 号断层的东部 NP13-X1074 井、NP13-X1022 井的 Ts/Ts+Tm、 $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  指标表现出减小的趋势,说明油气垂直于断层由北向南进行运移。而 NP13-X1116 井相对于 NP13X1118 井的 Ts/Ts+Tm、 $C_{29}\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$  也表现为减小的规律,因而油气是由断层向北运移的。

### 4 两个参数的比较

本区含氮化合物与生物标志化合物在油气运移方向的结果具有较好的一致性,但两个参数间又有区别。用生物标志化合物的组成和分布来指示油气运移分馏作用时,由于其分馏作用较弱,其各参数的变化幅度较小(图 6 中大多为 0.4~0.6),各井间的参



Nm—明化镇组, Ng—馆陶组, Ed—东营组, Es—沙河街组

图5 南堡凹陷1号构造带油藏剖面  
Fig.5 Reservoir profile of 1st tectonic belt

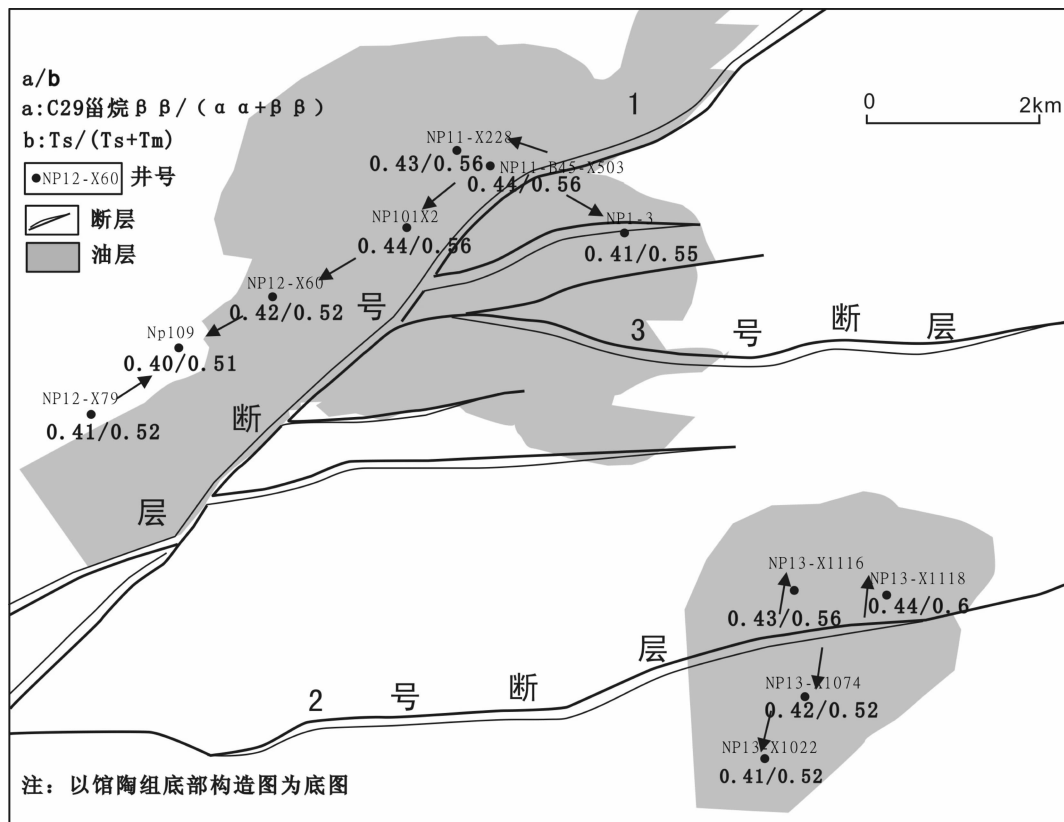


图6 生物标志化合物油气运移指标图  
Fig.6 Biomarker distribution representation of oil migration

数较为接近,不利于运移方向的判别。而含氮化合物由于本身具有较强的极性,极易与周围介质中的负电性原子(如氧原子)形成氢键而产生吸附作用,从而使含氮化合物丰度随着运移距离的增加而显著降低,也就是说吡咯类化合物的分馏作用较强,可以很好地反映出油气运移的方向。另外,甾、萜等生物标志化合物受成熟度和生物降解的影响较大,因此其适用范围较小,主要应用于成熟度较低且生物降解作用较弱的原油<sup>[7]</sup>。而吡咯型化合物虽然也受到成熟度、生物降解等因素的影响,但这些作用的影响相对较小。因而,与烃类生物标志物相比,吡咯类化合物油气运移分馏效应更强,适用范围更广泛。

## 5 结 论

(1) 通过原油含氮化合物和成熟度两种方法对南堡凹陷 1 号构造带油气运移方向的综合分析可以得出,对于伸入洼陷中心的断层,油气主要沿断层外侧砂体向洼陷外部高部位运移;对于平行洼陷中心分布的断层,油气先沿断面垂向运移,然后沿断层面两侧的砂体进行侧向运移,剖面上为 T 型。

(2) 含氮化合物与生物标志化合物在油气运移方向的判定上具有较好的一致性,二者随运移距离的增加表现出相同的变化规律。

(3) 甾、萜等生物标志化合物在较小的范围内成熟度指标的变化较小,分馏作用较弱,而含氮化合物的分馏作用很强且受成熟度和生物降解作用的影响相对较小,因而作为油气运移示踪剂有独特优势。

## 参考文献 (References):

[1] 李明诚. 石油与天然气运移[M]. 北京:石油工业出版社, 1994:1-178.  
Li Mingcheng. Migration of Oil and Gas [M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1994:1-178(in Chinese).

[2] 大港油田石油地质志编辑委员会. 中国石油地质志·大港油田(卷四)[M]. 北京:石油工业出版社, 1991.  
Editorial board of Petroleum Geological Volunteers of Dagang Oil Field.China Petroleum Geological Volunteers ·Dagang Oil Field (volume)[M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1991(in Chinese).

[3] Larter S R B F J, Bowler M, Li M C, et al. Molecular indicators of secondary oil migration distances [J]. Geological Survey of Canada, Calgary, Canada Nature, 1996, 383:593-597.

[4] Li Maowen, Larter S R, Stoddart D, et al. Fractionation of pyrrolic nitrogen compounds in petroleum during migration: derivation and migration 2 related geochemical parameters [C]//Cubitt J M,

England W A. The Geochemistry of Reservoirs.

[5] Yamamoto M. Fractionation of azarenes during oil migration [J]. Organic Geochemistry, 1992, 19(426):389-402.

[6] 张春明, 李思田, 杨甲明, 等. 1,X-二甲基吡啶的一种形成机理 [J]. 天然气地球科学, 2004, 15(2):174-177.  
Zhang Chunming, Li Sitian, Yang Jiaming, et al. A possible genetic mechanism of 1,x-dimethylcarbazoles [J]. Natural Gas Geoscience, 2004, 15(2):174-177(in Chinese with English abstract).

[7] Ball J S. Nitrogen compounds in petroleum [J]. Acs.Div. Sci. Technol., 1962, 42:27-30.

[8] 刘洛夫. 塔里木盆地群 4 井原油吡咯类含氮化合物地球化学研究 [J]. 沉积学报, 1997, 15(2):184-187.  
Liu Luofu. Geochemistry research of pyrrole nitrogen compounds in the crude oil of the well 4 in Tarim basin group [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15 (2):184-187 (in Chinese with English abstract).

[9] 朱扬明, 付家谟, 盛国英, 等. 塔里木盆地不同成因原油吡咯氮化物的地球化学意义 [J]. 科学通报, 1997, 42(23):2528-2531.  
Zhu Yangming, Fu Jiamo, Sheng Guoying, et al. Geochemistry significance of the crude oil from different origin of Tarim basin [J]. Chinese Science Bulletin, 1997, 42(23):2528-2531(in Chinese).

[10] 李素梅, 王铁冠, 张爱云, 等. 原油中吡咯类化合物的地球化学特征及其意义 [J]. 沉积学报, 1999, 17(2):312-317.  
Li Sumei, Wang Tieguan, Zhang Aiyun, et al. Geochemistry characteristics and significance of the pyrrolic compounds in petroleum [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(2):312-317(in Chinese with English abstract).

[11] 张敏, 龙长河, 张俊, 等. 塔北地区三叠系油藏原油中性含氮化合物和烷基苯酚的运移分馏作用 [J]. 沉积学报, 2001, 19(1):150-154.  
Zhang Min, Long Changhe, Zhang Jun, et al. Migration fractionation of neutral nitrogen compounds and alkylphenols in triassic crude oils from taBei field, tarim basin, China [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(1):150-154.

[12] Bakel A J, Philp R P. The distribution and quantitation of organic nitrogen compounds in crude oils and rock pyrolysates [J]. Organic Geochemistry, 1990, 16:233-367.

[13] 王青春, 贺萍, 武新民, 等. 惠民凹陷临南地区古近系沙三段吡啶类含氮化合物的地质意义 [J]. 中国地质, 2009, 36(5):1138-1144.  
Wang Qingchun, He Ping, Wu Xinmin, et al. Geological implications of carbazoles nitrogen compounds in 3rd Member of Palaeogene Shahejie Formation in Linnan area of Huimin sag [J]. Geology in China, 2009, 36 (5):1138-1144 (in Chinese with English abstract).

[14] 张枝焕, 秦黎明, 李伟, 等. 准噶尔盆地腹部车莫古隆起南北两侧含油构造油源及烃源灶转移 [J]. 中国地质, 2009, 36(4):826-836.  
Zhang Zhihuan, Qin Liming, Li Wei, et al. The distribution of oil sources and the transformation of hydrocarbon kitchens in oil-

- bearing structural belts on northern and southern sides of the Chemo plaeo-uplift within central Junggar basin [J]. *Geology in China*, 2009, 36(4):826–836 (in Chinese with English abstract).
- [15] 郑朝阳, 段毅. 塔里木盆地塔河油田原油中生物标志化合物成熟度指标特征与石油运移[J]. *沉积学报*, 2007, 25(3):482–486.
- Zheng Chaoyang, Duan Yi. The biomarker maturity parameters and migration for oils from the oilfield in tarim basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2007, 25 (3):482–486 (in Chinese with English abstract).
- [16] 吴楠, 刘显凤. 油气运移路径示踪研究[J]. *特种油气藏*, 2007, 14(3):28–32.
- Wu Nan, Liu Xianfeng. Study on the trace of hydrocarbon migration path[J]. *Special Oil & Gas Reservoirs*, 2007, 14(3):28–32 (in Chinese with English abstract).

## A tentative discussion on oil migration orientation: a case study of 1st structural belt of Nanpu sag

TIAN Tao, JIANG You-lu, WAN Tao, XU Xiao-long, XIE Jun

(College of Geo-Resources and Information, China University of Petroleum, Qingdao 266555, Shandong, China)

**Abstract:** Based on the composition and concentration variations of nitrogen compounds in the studied oil samples as well as the maturity indexes of saturated and aromatic biomarkers, the authors investigated the oil migration direction of 1st structural belt of Nanpu sag. The results show that the distribution and composition characteristics can obviously indicate oil fractionation effects. The concentration of nitrogen compounds decreases whereas the ratios of shielded nitrogen compounds to exposed ones increase with increasing migration. The oil will migrate to high position along the sand body on the outer side of 1st fault. This is in consistent with oil migration directions deduced from the gradient changes of hydrocarbon biomarkers. They are both consistent with the regional modes of occurrence and exploration facts of oil; nevertheless, because of fractional distillation, these two indexes are somewhat different. Due to weak fractionation, biomarker varies slowly between near-by wells; in contrast, due to strong fractionation and relatively insignificant influence of maturity, data of nitrogen compounds change significantly, which is favorable for the judgment of hydrocarbon migration.

**Key words:** nitrogen compound; biomarker; hydrocarbon migration; fractionation effects

**About the first author:** TIAN Tao, male, born in 1984, master candidate, mainly engages in the study of formation mechanism and distribution regularity of oil and gas accumulation; E-mail: tiantao276200258@163.com.